

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## TECHNOLOGICKÝ NÁVRH PRO VÝROBU SOUČÁSTI BUBNOVÉ BRZDY

TECHNOLOGICAL DESIGN OF THE PRODUCTION OF A DRUM BRAKES  
COMPONENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Jan HUŠEK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. Milan KALIVODA

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2012/2013

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Jan Hušek

který/která studuje v bakalářském studijním programu

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

**Technologický návrh pro výrobu součásti do bubnové brzdy**

v anglickém jazyce:

**Technological design of the production of a drum brakes component**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Rozbor konstrukční sestavy bubnové brzdy.
2. Návrh technologického postupu pro součást "buben" se zahrnutím údajů pro TPV (polotovary, strojové zařízení, nářadí).
3. Rozpracování dokumentace pro 2 varianty ve výrobě.
4. Hodnocení stěžejní operace v technologickém postupu.
5. Doporučení pro výrobní podmínky.
6. Diskuze, závěr.

Cíle bakalářské práce:

Znalost konstrukční a technologické charakteristiky řešené součásti "buben". Sestavení TPV dokumentace. Technicko-ekonomické porovnání v podmínkách firmy.

Seznam odborné literatury:

1. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
2. ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
3. HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing, s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
4. FREMUNT, Přemysl, Jiří KREJČÍK a Tomáš PODRÁBSKÝ. Nástrojové oceli. 1. vyd. Brno: Dům techniky Brno, 1994. 234 s.
5. ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
6. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 22.11.2012

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

**ABSTRAKT**

Řešení technologického návrhu pro výrobu součásti bubnové brzdy – brzdový buben se zahrnutím údajů TPV. Rozpracování dokumentace pro 2 varianty výroby. Detailní zhodnocení stěžejní operace výroby, ekonomické zhodnocení.

**Klíčová slova**

Brzda bubnová, brzdový buben, polotovar, technologičnost konstrukce, CNC soustruh, břitová destička.

**ABSTRACT**

Solution of technology for production part of auto brake – drum brake, which can be applied in the production with cover a technology of construction. Begin to documentation for two option production. Detailed evaluation main transaction of production and economic revaluation.

**Key words**

Drum brake, brake wheel semi product, technology of construction, CNC cutting machine, cutting plate

**BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

HUŠEK, V. *Technologický návrh pro výrobu součásti bubnové brzdy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 38 s., 11 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Technologický návrh pro výrobu součástí bubnové brzdy** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

20.5.2013

Datum

Jan Hušek

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto zaměstnancům VUT Brno prof. Ing. Miroslavu Píškovi, CSc., Ing. Milanu Kalivodovi, Ing. Martinu Slanému, doc. Ing. Antonu Humárovi CSc.

Samostatné poděkování patří zaměstnanci firmy Robert Bosch odbytová s.r.o Ing. Milanu Koutovi .

Závěrečné poděkování patří mému kamarádovi Bc.Vítězslavu Burianovi.

## OBSAH

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD .....	9
1 OBECNÁ ČÁST .....	10
2 ROZDĚLENÍ BRZD PODLE KONSTRUKČNÍHO USPOŘÁDÁNÍ .....	10
2.1 Brzdy čelistové.....	10
2.2 Brzdy pásové.....	10
2.3 Brzdy lamelové a kuželové.....	11
2.4 Brzdy ostatní .....	12
3 BUBNOVÁ BRZDA .....	13
3.1 Funkce brzdy.....	13
3.2 Sestava bubnové brzdy .....	14
3.2.1 Konstrukce .....	14
4 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR (2 varianty) .....	17
4.1 Polotovary.....	17
4.2 Výběr strojů, 1. varianta výroby .....	18
4.2.1 Soustružnické centrum.....	19
4.3 Výběr nástrojů.....	19
4.3.1 Soustružnický nůž.....	19
4.3.3 Vrták .....	21
4.3.4 Výstružník.....	21
4.3.5 Záhlubník .....	22
4.3.6 Výhrubník .....	22
4.3.7 Výstružník.....	23
4.4 Výběr strojů, 2. varianta výroby .....	23
4.4.1 Obráběcí centrum.....	23
4.5 Výběr nástrojů.....	24
4.5.1 Soustružnický nůž.....	24
5 VÝPOČTY ČASŮ PŘI OBRÁBĚNÍ .....	25
5.1 Výpočet, varianta 1 .....	25
5.2 Výpočet, varianta 2 .....	26
6 VÝROBNÍ NÁVODKY .....	28

7	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....	29
7.1	Náklady na polotovar .....	29
7.2	Náklady na provoz stroje .....	29
7.3	Náklady na obsluhu stroje.....	31
7.4	Náklady na nástroje .....	32
7.5	Celkové náklady .....	33
8	DISKUZE .....	33
	ZÁVĚR .....	33
	Seznam použitých zdrojů.....	34
	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	36
	Seznam příloh .....	38

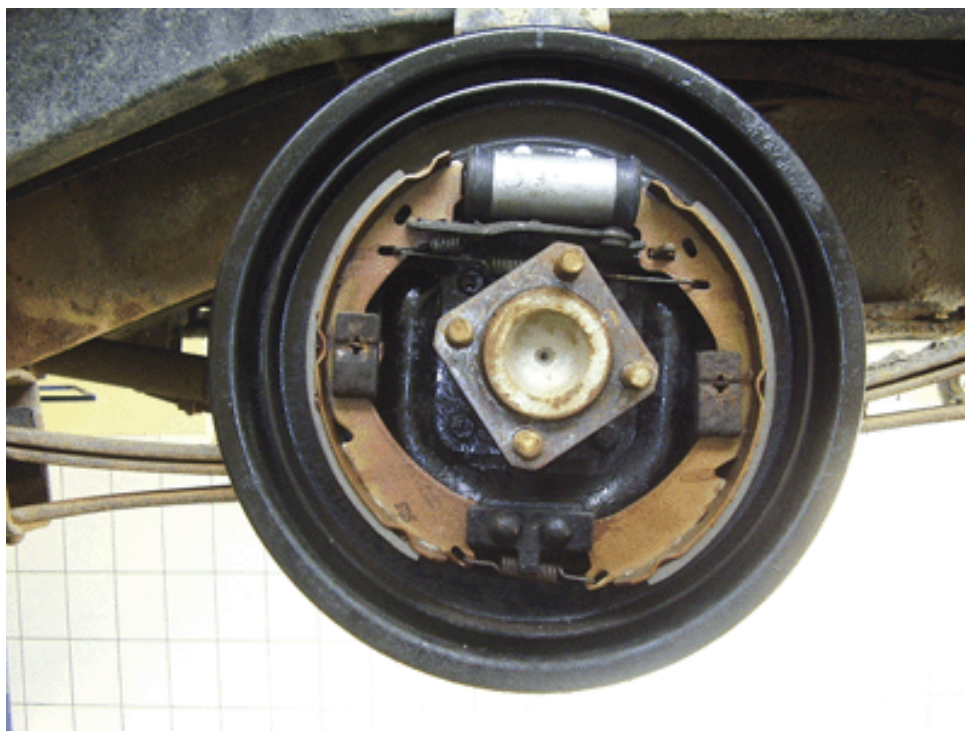


## ÚVOD

Úkolem této bakalářské práce je technologický návrh pro výrobu bubnové brzdy (obr. 1). Důvodem pro zpracování této práce je přispět, alespoň malým dílem k bezpečnějšímu a možná i propracovanějšímu systému výroby. Už nejen proto, že celý brzdový aparát patří k nejdůležitějším částem vozidel. Tato problematika lze řešit z mnoha úhlů pohledu, ať už je to bezpečnost, výrobní materiály či samotná výroba součástí. Jedná se o pokus sestavit technologický návrh bubnové brzdy pro 2 varianty pro výrobu 50 tisíc kusů za rok.

Po pásových brzdách následovaly bubnové brzdy s vnitřními čelistmi. Moderní bubnová brzda byla vynalezena jako patent Louisem Renaultem v roce 1902, ovšem začala se používat o rok dříve. Brzda byla hůře propracovaná. O téměř padesát let později, v roce 1955, byl legendární Citroen DS-19 jako první vybaven kotoučovými brzdami. V šedesátých a sedmdesátých letech byly bubnové brzdy u osobních automobilů na předních kolech postupně nahrazeny kotoučovými brzdami.

Bubnová brzda se ve své podstatě do teď nezměnila, změnil se pouze způsob její výroby. To znamená, zlepšení způsobu výroby vzhledem k materiálům a automatizaci výrobního systému.



Obr. 1 Automobilová bubnová brzda [7].

## 1 OBECNÁ ČÁST

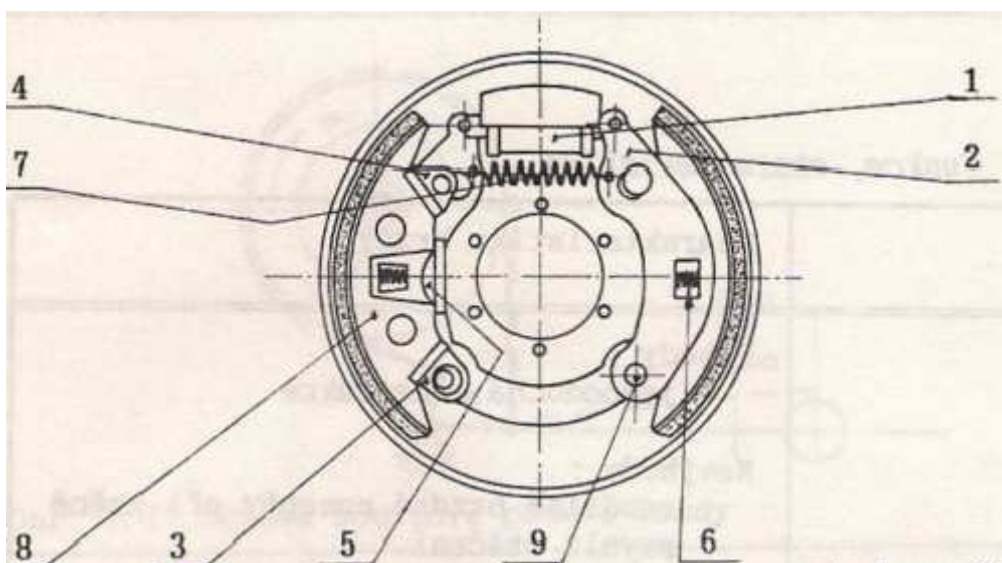
Brzdy slouží ke zpomalení nebo zastavení pohybujících se hmot, popřípadě k ohraničení maximální rychlosti pohybu. Je to jedna z nejdůležitějších součástí z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti provozu obecně. V dnešní době se brzdám věnuje velká pozornost, jak po stránce vědecké, tak po stránce technologické.

## 2 ROZDĚLENÍ BRZD PODLE KONSTRUKČNÍHO USPOŘÁDÁNÍ

Rozebrání je v následujících kapitolách (2.1, 2.2, 2.3, 2.4).

### 2.1 Brzdy čelist'ové

Pracovní element má tvar špalíku, který se tře po vnějším nebo vnitřním povrchu otočného brzdového bubnu.



Obr. 2.1 Čelist'ová brzda s hydraulickým ovládáním čelistí [2].

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 - hydraulický válec | 6, 7 - vratné pružiny |
| 2 - páky              | 8 - čelisti           |
| 3, 4 - nárazky        | 9 - výstřed. čepy     |
| 5 - kluzná opěrka     |                       |

Použití:

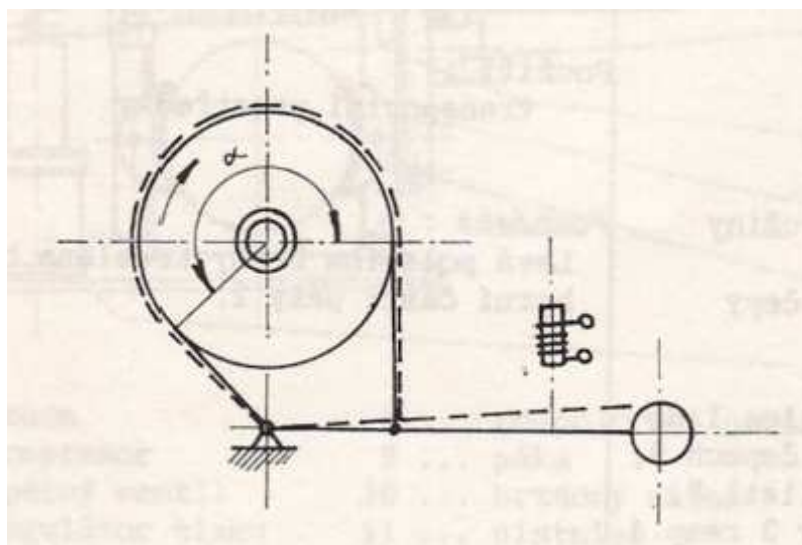
- transportní zařízení,
- automobilový průmysl,
- zdvihací mechanismy,
- kolejová vozidla.

Výhody:

- velké množství existujících konstrukcí,
- vysoká spolehlivost.

### 2.2 Brzdy pásové

Pracovní element je pružný pás, který se tře po otočném brzdovém kotouči.



Obr. 2.2 Schéma prosté pásové brzdy.  $\alpha$  – úhel opásání [2]

Použití:

- stavební zdvihadla,
- transportní zařízení,
- dopravní stroje,
- obráběcí stroje.

Výhody:

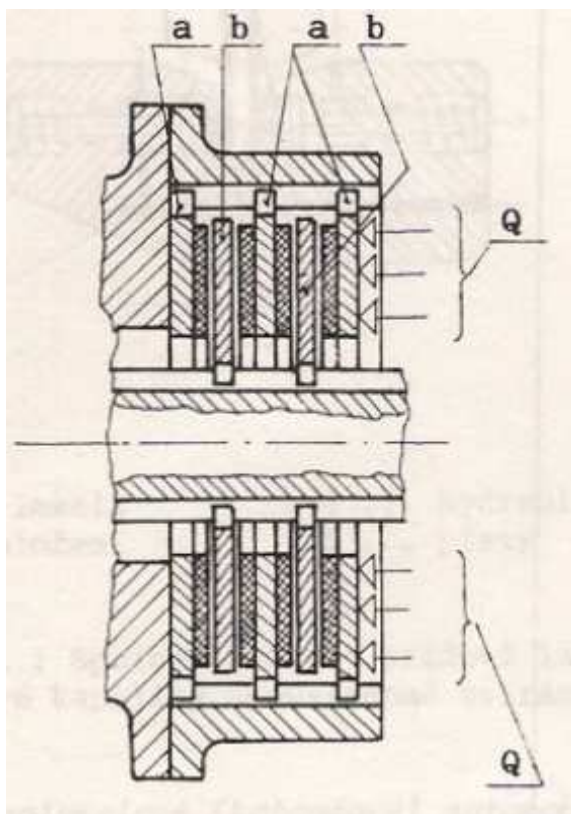
- relativně jednoduchá konstrukce,
- kompaktní konstrukce,
- značné brzdné momenty.

Nevýhody:

- značné síly ohýbající brzdový hřídel,
- nerovnoměrné rozložení tlaků mezi třecí dvojicí,
- menší provozní spolehlivost.

### 2.3 Brzdy lamelové a kuželové

Pracovní elementy vytvářejí celé disky respektive kužele, které jsou k sobě přitiskávány silou působící ve směru osy.



Obr. 2.3 Schéma lamelové brzdy [2].

Popis činnosti: Spojení brzdy – lamely *a* otočné s bubnem se přitisknou k lamelám *b* upevněných na hřídeli mechanismu působením silového účinku *Q*.

Použití:

- v mechanismech, kde je vyžadován vysoký brzdný účinek,
- mechanismy s ručním ovládáním,
- transportní prostředky.

Výhody:

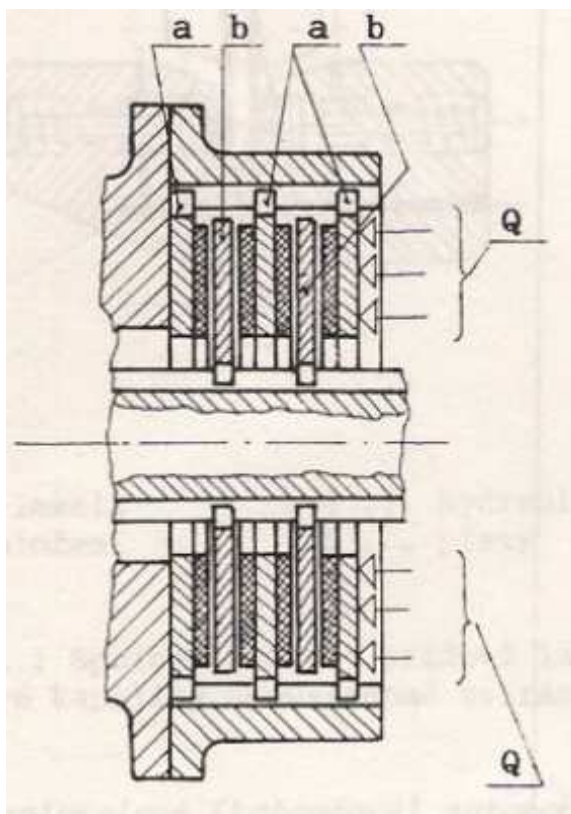
- plynulý nárůst brzdícího momentu,
- jednoduché oddálení lamel,
- vysoká účinnost.

Nevýhody:

- horší odvod tepla s povrchu tření.

## 2.4 Brzdy ostatní

Konstrukční uspořádání je dáno speciálními případy použití.



Obr. 2.4 Regulátor rychlosti s odstředivými otočnými zátěžemi uvnitř bubnu [2].

- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| 1 - disk           | 5 - zátěže            |
| 2 - čep            | 6 - pouzdro           |
| 3 - hřídel         | 7 - nepohyblivý buben |
| 4 - třecí materiál |                       |

Použití:

- jednoduché stavební stroje,
- ve složitějších stavebních zařízeních.

Výhody:

- spolehlivost,
- větší účinnost.

Nevýhody:

- hlučnost,
- rázy.

### 3 BUBNOVÁ BRZDA

Tato kapitola se zaměřuje na funkci a sestavu bubnové brzdy.

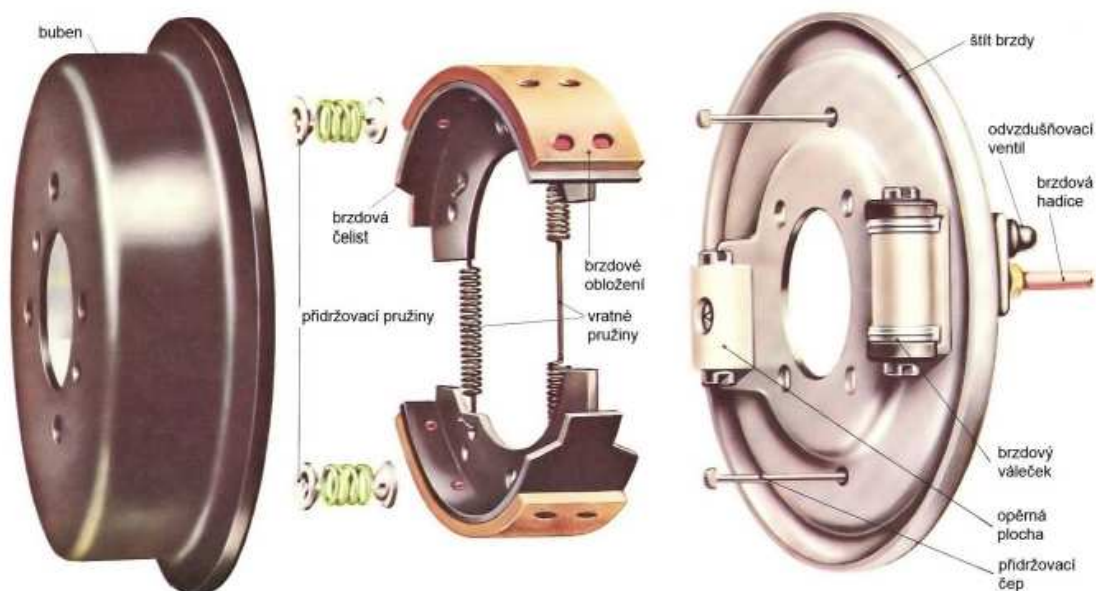
#### 3.1 Funkce brzdy

Brzdový buben je pevně spojen s kolem. Pevnou částí je štít brzdy s brzdovým válečkem a dvěma brzdovými čelistmi připevněným k nápravě. Přenos brzdného účinku na buben se obvykle přenáší hydraulicky (automobily), může se také přenášet mechanicky (jednodušší stroje). Přenos brzdné síly přenáší brzdová kapalina, která tlačí do brzdového válečku



kapalinu a rozevívá čelisti, které tlačí na buben a tím přibrzdí soustavu. Zpětné vrácení destiček je provedeno obvykle vratnými pružinami, které vrátí čelisti do původní polohy.

### 3.2 Sestava bubnové brzdy



Obr. 3.2 Sestava automobilové bubnové brzdy [9].

#### 3.2.1 Konstrukce

##### Brzdový buben

Brzdový buben (obr. 3.3) je připevněn k náboji kola a otočí se s ním. Mezi výrobní materiály patří šedá litina, ocelolitiny nebo slitiny pevných kovů. Musí mít velké nároky na odolnost proti otěru. Buben musí být tvarově i tepelně stálý, aby dobře odváděl teplo při brzdění. Brzdový buben se tlakem čelistí opotřebovává a tak je potřeba kontrolovat minimální tloušťku stěny.



Obr. 3.3 Brzdový buben [10].

### **Brzdové čelisti**

Brzdové čelisti (obr. 3.4) jsou přitlačovány brzdovým válečkem k vnitřní straně bubnu. Tímto kontaktem vzniká velké tření a materiál těchto čelistí musí zaručovat vysoký koeficient smykového tření. Jako materiál na výrobu se dříve používal azbest, ale pro velké koncentrace škodlivin byl nahrazen. Jsou vyrobeny z ocelového pechu nebo jako odlitky ze slitin lehkých kovů.



Obr. 3.4 Brzdové čelisti [11].

**Brzdový váleček**

Brzdový váleček (obr. 3.5) je jednou z nejdůležitější součástí brzdy. Je k němu připojena hadička, ve které koluje brzdová kapalina a v případě sešlápnutí brzdového pedálu působí tlak na brzdové čelisti. Čelisti se roztáhnou a přitlačují se na brzdový buben.



Obr. 3.5 Brzdový váleček [12].



**Držák čelistí (štít brzdy)**

Držák čelistí (obr. 3.6) je namontován na těleso nápravy. Do držáku jsou připevněny brzdové čelisti a brzdový váleček.



Obr. 3.6 Držák čelistí [13].

**4 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR (2 VARIANTY)**

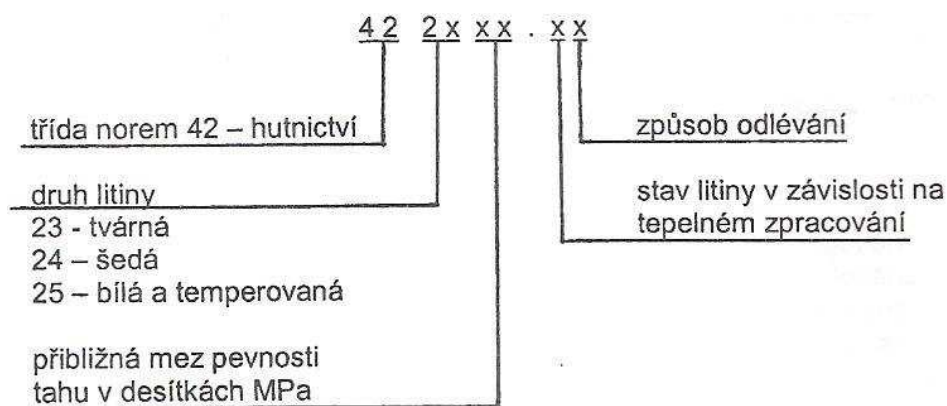
V této kapitole se bude ukázáno z jakého polotovaru, materiálu bude součást vyrobena. Také zde budou uvedeny stroje a nástroje pro jednotlivé operace.

**4.1 Polotovar**

Polotovarem pro výrobu bubnu bývá většinou odlitek. U některých typů brzd se ale můžeme setkat s polotovarem, který je zastoupen mezi některými normalizovanými materiály.

Tab. 4.1 Vlastnosti šedé litiny

materiál	Hustota [kg.m <sup>-3</sup> ]	Tepelná vodivost [W.[m.k] <sup>-1</sup> ]	Součinitel tepelné rotažnosti [.10 <sup>6</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Šedá litina (3,7%C)	7 800	62	10-13



Obr. 4.1 Označování litin podle národních norem ČSN [8]

Materiál dle norem: ČSN 42 2430.80

Kde: 42 – Norma Hutnictví  
 24 – Šedá litina  
 30 – Mez v pevnosti v tahu  
 8 – Zušlechtěno na horní pevnost;  
 3 – Odlévání do pískových forem

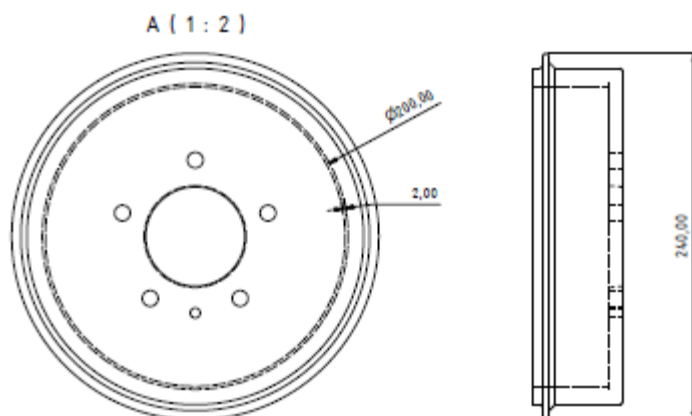
Značení šedé litiny dle různých norem je uvedeno v tab. 2.2

Tab. 4.2 Značení šedé litiny podle různých norem

<b>Značení podle evropské normy</b>	EN – GJL - 300
<b>Značení podle německé normy</b>	DIN 1691/GG 30
<b>Značení podle americké normy</b>	ASTM A - 48 - Class 45, 50

Přídavky pro obrábění jsou stanoveny na 2,0 mm. Polotovar (obr. 4.2) bude třískově obráběn v následném sledu operací:

1. Soustružení plochy bubnu (hrubování)
2. Vrtání otvoru, vystružení otvorů, zahloubení otvoru
3. Soustružení plochy bubnu (dokončování)



Obr. 4.2 Polotovar.

Brzdový buben se vyskytuje u dnes vyrobených osobních vozidel na zadní nápravě. I od této varianty už se upouští a postupně nahrazují bubnové brzdy, brzdy kotoučové. Jedna z velkých nevýhod je, že se buben při intenzivnějším brzdění přehřívá a ztrácí na účinku. Například u vozů Škoda konkrétně u modelů Fabia je nastavená tak, že pokud má vozidlo více jak 100 koní, nalezneme na zadní nápravě kotoučovou brzdu.

#### 4.2 Výběr strojů, 1. varianta výroby

Výběr strojů je takový, aby bylo použito na více operací na jednom stroji. Tímto se ušetří náklady. V této variantě vybíráme nástroje na soustružení od firmy Pramet Tools, s.r.o, Šumperk.

#### 4.2.1 Soustružnické centrum

Technické parametry stroje jsou uvedeny v příloze 7.



Obr. 4.3 Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80 [14].

Soustružnické centrum (obr. 4.3) je určeno pro obrábění součástí typů hřídelí, přírub z kusového materiálu a pohon rotačních nástrojů revolverových hlav umožňuje provádět vrtací i frézovací operace, obrábění v kolmé rovině na osu včetně. Pohon včetně elektromotorem s regulací otáček. Otáčky jsou automatické v rozsahu 40-3600 1.min-1 ve dvou převodových stupních. [14]

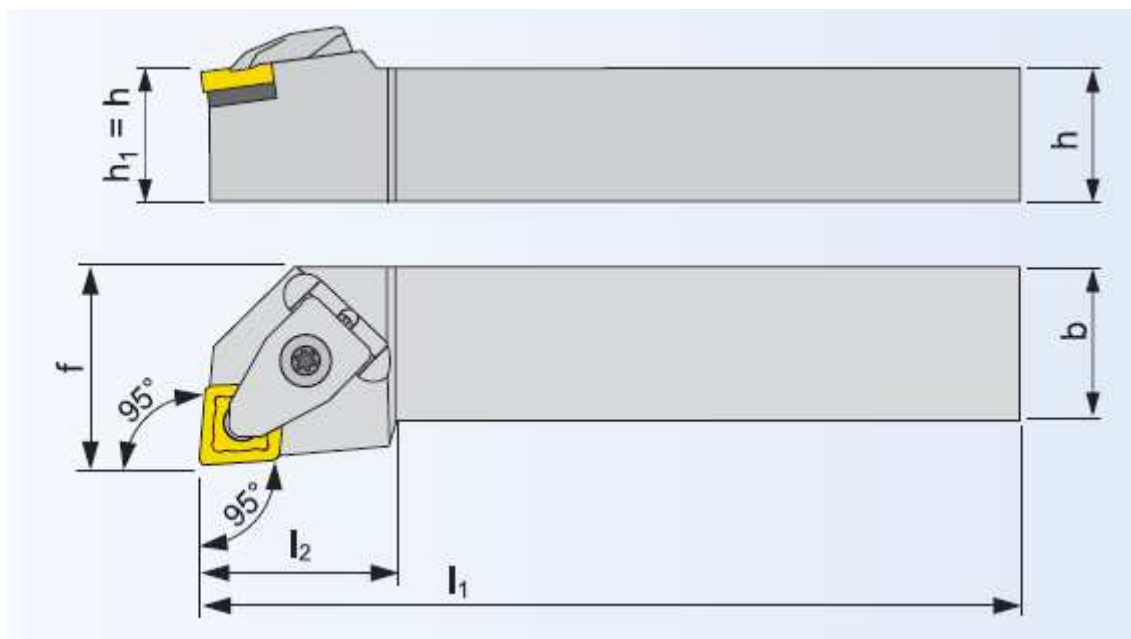
#### 4.3 Výběr nástrojů

Nástroje jsou vybrány pro jednotlivé operace (soustružení, vrtání). Při výběru hrají velkou roli vlastnosti materiálu.

##### 4.3.1 Soustružnický nůž

Tento nůž (obr. 4.4) je vhodný pro obrábění šedé litiny i jiných materiálů.

Technické parametry nástroje jsou uvedeny v tab. 4.4

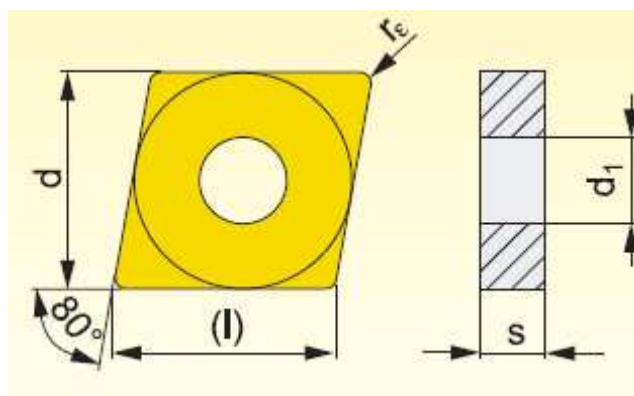


Obr. 4.4 DCLNR 2020 K 12 [15].

Tab. 4.4 Technické parametry nástroje [15]

ISO	Rozměry [mm]			
	$h=h_1$	b	f	$l_1$
DCLNR2020 K 09	20	20	25	125

Použita výměnná břitová destička (hrubování) na obr. 4.5

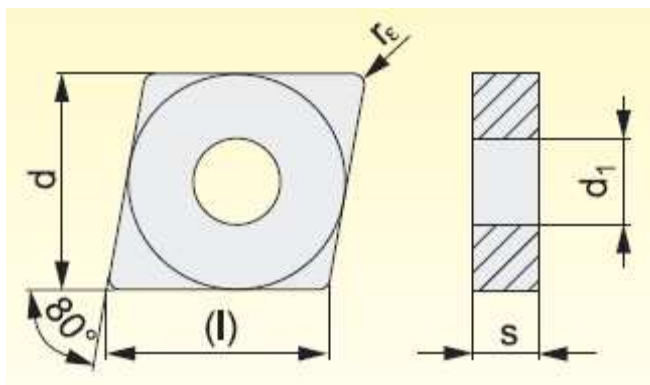


Obr. 4.5 CNMG 120408E-F [16]

Tab. 4.5 Technické parametry nástroje [16]

ISO	Rozměry [mm]			
	(l)	d	$d_1$	s
CNMG 120408E-F	12,9	12,700	5,16	4,76

Použita výměnná břitová destička (dokončování) na obr. 4.6



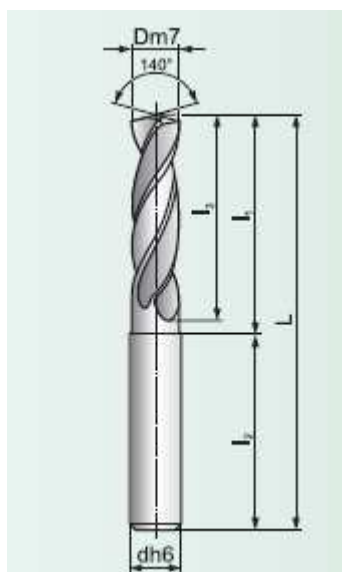
Obr. 4.6 CNMA 120408E-UM [17].

Tab. 4.6 Technické parametry nástroje [17]

ISO	Rozměry [mm]			
	(l)	d	d <sub>1</sub>	s
CNMA 120408E-UM	12,9	12,700	5,16	4,76

#### 4.3.3 Vrták

Nástroj uveden na obr. 4.7 a tab. 4.7



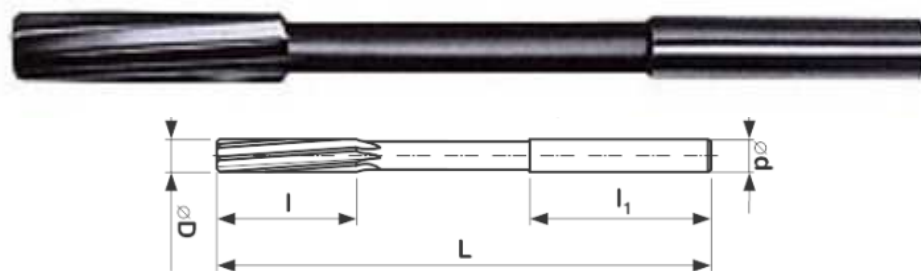
Obr. 4.7 Vrták 303DS-6,3-24-A08 [18].

Tab. 4.7 Technické parametry nástroje [18].

Označení vrtáku	Rozměry					
	Dm7	L	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	Dh6
303DS-7,8-29-A08	[mm]					
	6	79	43	36	34	8

#### 4.3.4 Výstružník

Nástroj uveden na obr. 4.8 a tab. 4.8



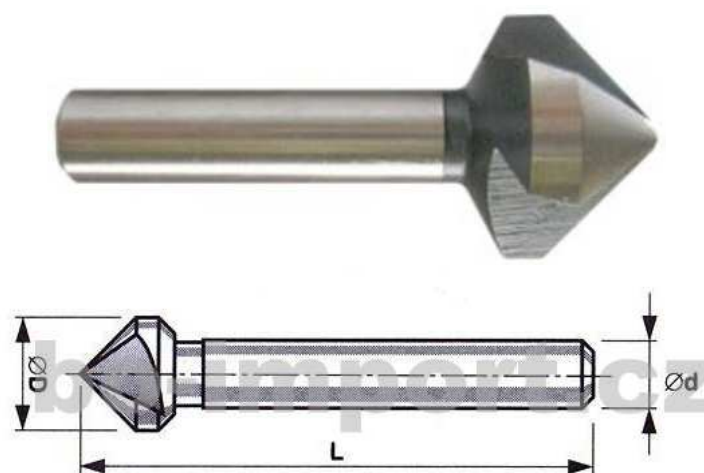
Obr. 4.8 Výstružník ČSN 221430 [19].

Tab. 4.8 Technické parametry nástroje [15].

Označení	Ød	ØD	L	l	l <sub>1</sub>	Počet břitů
221430 HSS	[mm]					6
	6H8	6h7	93	36	36	

#### 4.3.5 Záhlubník

Nástroj uveden na obr. 4.9 a tab. 4.9



Obr. 4.9 Záhlubník 221625 HSS [20].

Tab. 4.9 Technické parametry nástroje [20].

Označení	Ød	ØD	L	Počet břitů
221625 HSS	[mm]			3
	6H8	10h7	50	

#### 4.3.6 Výhrubník

Nástroj uveden na obr. 4.10 a tab. 4.10



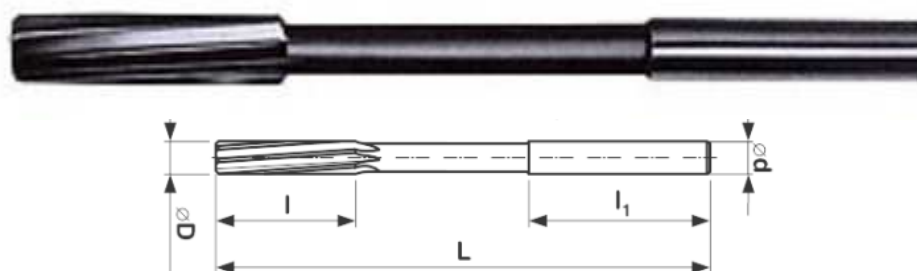
Obr. 4.10 Výhrubník ČSN 221480 [21].

Tab. 4.10 Technické parametry nástroje [20].

Označení	ØD	L	l	Ød	Počet břitů
221480 HSS	[mm]				3
	16H11	170	120	16h8	

#### 4.3.7 Výstružník

Nástroj uveden na obr. 4.11 a tab. 4.11



Obr. 4.11 Výstružník ČSN 221430 [22].

Tab. 4.11 Technické parametry nástroje [21].

Označení	Ød	ØD	L	l	l <sub>1</sub>	Počet břitů
221430 HSS	[mm]					8
	16H8	16h7	170	52	50	

#### 4.4 Výběr strojů, 2. varianta výroby

Ve druhé variantě výroby se zaměříme na stěžejní operaci soustružení plochy bubnu. Ostatní nástroje se použijí stejným způsobem.

##### 4.4.1 Obráběcí centrum

Technické parametry stroje jsou uvedeny v příloze 6.



Obr. 4.12 Obráběcí centrum Fermet VMF 1000 CNC [23].

Obráběcí centra (obr. 4.12) jsou výkonná vyvrtávací a frézovací 3-osá centra umožňující vysoko produktivní a přesné vrtání, vyvrtávání, vyhrubování, vystružování a přímé řezání závitů. Jsou vysoko ekonomické při vysokých objemech výroby, ale i při malé a střední kapacitě výroby umožňují tato centra zkrátit výrobní cyklus. Pohon včetně

elektromotorem s regulací otáček. Otáčky jsou automatické v rozsahu  $50-10000 \text{ l.min}^{-1}$ . [23]

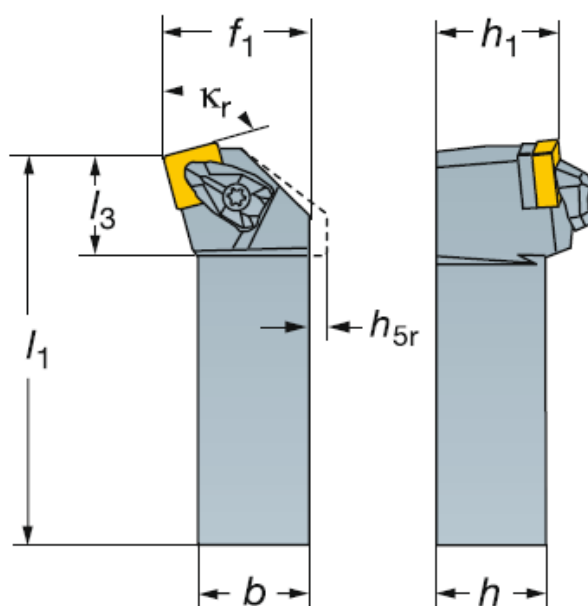
#### 4.5 Výběr nástrojů

Nástroje jsou vybrány operaci (soustružení). Při výběru hrají velkou roli vlastnosti materiálu.

##### 4.5.1 Soustružnický nůž

Tento nůž (obr. 4.13) je vhodný pro obrábění šedé litiny i jiných materiálů.

Technické parametry nástroje jsou uvedeny v tab. 4.13 [24].



Obr. 4.13 DSKNR 1616 H 09 [24].

Tab. 4.13 Technické parametry nástroje [24]

ISO	Rozměry [mm]			
	$h=h_1$	$b$	$f_1$	$l_1$
DSKNR 1616 H 09	16	16	13	100

Použita výměnná břitová destička (hrubování) na obr. 4.14 [25].



Obr. 4.14 SNMG 120408-KM [25].

Použita výměnná břitová destička (hrubování) na obr. 4.14 [25].



ISO	Rozměry [mm]			
	(l)	d	d <sub>1</sub>	s
SNMG 120408-KM	12,9	12,700	5,50	4,76

Použita výměnná břitová destička (dokončování) na obr. 4.15 [26].



Obr. 4.15 SNGA 12 04 08 T01020 [26].

Použita výměnná břitová destička (dokončování) na obr. 4.15 [26].

ISO	Rozměry [mm]			
	(l)	d	d <sub>1</sub>	s
SNGA 12 04 08 T01020	12,9	12,700	5,16	4,76

## 5 VÝPOČTY ČASŮ PŘI OBRÁBĚNÍ

Výpočty časů pro jednotlivé operace:

- Soustružení (hrubování, dokončování),
- Vrtání, vystružování děr, zahloubení.

Rovnice strojních časů budou zde pro soustružení. Pro další operace budou uvedeny v tabulce 5.1.

### 5.1 Výpočet, varianta 1

#### Soustružení plochy (varianta 1) [11]

Zahrnuje výrobní operace 1/1 a 7/7 (úsek č.1 a č.7). Nástrojem jsou soustružnický nůž DCLNR 2020 K 09 a s břitovou destičkou CNMG 120408E-F (hrubování) a s břitovou destičkou CNMA 120408 (dokončování).

#### 1. Údaje:

Vztah pro výpočet otáček vřetene:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad (5.1)$$

Kde:  $v_c$  = řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]

$D$  = průměr bubnu

Vztah pro výpočet strojního času:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} \quad (5.2)$$

Kde:  $L$  = délka obrobené plochy [mm]

$n$  = otáčky vřetene [ $1 \cdot \text{min}^{-1}$ ]

$f$  = strojní posuv [ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ]

## 2. Výpočty:

Výpočet otáček vřetene:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 1000}{\pi \cdot 200} = 1591,1 \Rightarrow 1600 \quad (5.3)$$

Strojní čas při obrábění úseku č. 1: hrubování

$$t_{AS1} = \frac{L_1}{n \cdot f} = \frac{628}{1600 \cdot 0,6} = 0,65 \quad (5.4)$$

Strojní čas při obrábění úseku č. 7: dokončení

$$t_{AS3} = \frac{L_2}{n \cdot f} = \frac{628}{1600 \cdot 0,3} = 1,30 \quad (5.5)$$

Výměnný čas:

$$t_v = 0,16 \quad (5.6)$$

Výměnný čas je odhadovaný a měl by být co nejkratší. Obecně platí, čím novější stroje, tím menší výměnný čas.

Tab. 5.1 Strojní a výměnné časy

Strojní čas	[min]	Výměnný čas	[min]
$t_{AS1}$	0,65	$t_{v1}$	0,16
$t_{AS2}$	0,40	$t_{v2}$	0,16
$t_{AS3}$	0,45	$t_{v3}$	0,16
$t_{AS4}$	0,40	$t_{v4}$	0,16
$t_{AS5}$	0,50	$t_{v5}$	0,16
$t_{AS6}$	0,40	$t_{v6}$	0,16
$t_{AS7}$	1,30	$t_{v7}$	0,16
$t_{ASC}$	<b>4,10</b>	$t_{vC}$	<b>1,10</b>

## 5.2 Výpočet, varianta 2

### Soustružení plochy (varianta 2)

Zahrnuje výrobní operace 1/1 a 7/7 (úsek č.1 a č.7). Nástrojem jsou soustružnický nůž DSKNR 1616 H 09 s břitovou destičkou SNMG 120408-KM (hrubování) a s břitovou destičkou SNGA 12 04 08 T01020 (dokončování).

## 1. Údaje

Vztah pro výpočet otáček vřetene:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad (5.7)$$

Kde:  $v_c$  = řezná rychlost [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]

$D$  = průměr bubnu

Vztah pro výpočet strojního času:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} \quad (5.8)$$

Kde:  $L$  = délka obrobené plochy [mm]

$n$  = otáčky vřetene [ $1 \cdot \text{min}^{-1}$ ]

$f$  = strojní posuv [ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ]

## 2. Výpočty

Výpočet otáček vřetene:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 1200}{\pi \cdot 200} = 1909 \Rightarrow 1910 \quad (5.9)$$

Strojní čas při obrábění úseku č. 1: hrubování

$$t_{AS1} = \frac{L_1}{n \cdot f} = \frac{628}{1910 \cdot 0,7} = 0,47 \quad (5.10)$$

Strojní čas při obrábění úseku č. 7: dokončení

$$t_{AS3} = \frac{L_2}{n \cdot f} = \frac{628}{1910 \cdot 0,4} = 0,82 \quad (5.11)$$

Výměnný čas:

$$t_v = 0,14 \quad (5.12)$$

Výměnný čas je odhadovaný a měl by být co nejkratší. Obecně platí, čím novější stroje, tím menší výměnný čas.

Tab. 5.2 Strojní a výměnné časy

Strojní čas	[min]	Výměnný čas	[min]
$t_{AS1}$	0,47	$t_{v1}$	0,14
$t_{AS2}$	0,40	$t_{v2}$	0,14
$t_{AS3}$	0,45	$t_{v3}$	0,14
$t_{AS4}$	0,40	$t_{v4}$	0,14
$t_{AS5}$	0,50	$t_{v5}$	0,14
$t_{AS6}$	0,40	$t_{v6}$	0,14
$t_{AS7}$	0,82	$t_{v7}$	0,14
$t_{ASC}$	<b>3,44</b>	$t_{VC}$	<b>1,00</b>

## 6 VÝROBNÍ NÁVODKY

Jsou složeny z jednotlivých strojních operací soustružení, vrtání, vyhrubování, vystružování a zahloubení.

### Soustružení ploch

Znázornění se nachází v příloze číslo 2. Data o obrábění v tabulce č. 6.1

Tab. 6.1. Návodka pro soustružení ploch (hrubování), varianta 1

Úsek	Řezná rychlost $v_c$ [m.min <sup>-1</sup> ]	Posuv $f$ [mm.min <sup>-1</sup> ]	Otáčky $n$ [min <sup>-1</sup> ]	Výška třísky $a_p$ [mm]	Délka $L$ [mm]	Čas strojní $t_{AS}$ [min]	Čas výměnný $t_v$ [min]
1	1000	0,6	1600	1,2	628	0,65	0,16

Tab. 6.2. Návodka pro soustružení ploch (hrubování), varianta 2

Úsek	Řezná rychlost $v_c$ [m.min <sup>-1</sup> ]	Posuv $f$ [mm.min <sup>-1</sup> ]	Otáčky $n$ [min <sup>-1</sup> ]	Výška třísky $a_p$ [mm]	Délka $L$ [mm]	Čas strojní $t_{AS}$ [min]	Čas výměnný $t_v$ [min]
1	1200	0,7	1910	1,2	628	0,47	0,14

### Vrtání, vyhrubování, vystružování děr

Znázornění se nachází v příloze číslo 3. Data o obrábění v tabulce č. 6.3, 6.4

Tab. 6.3 Návodka pro vrtání, vyhrubování a vystružování děr, **varianta 1 a varianta 2**

Úsek	Řezná rychlost $v_c$ [m.min <sup>-1</sup> ]	Posuv $f$ [mm.min <sup>-1</sup> ]	Otáčky $n$ [min <sup>-1</sup> ]	Výška třísky $a_p$ [mm]	Délka $L$ [mm]	Čas strojní $t_{AS}$ [min]	Čas výměnný $t_v$ [min]
2	70	0,1	3000	1,50	100	0,40	0,16
3	70	0,1	3000	0,05	100	0,45	0,16
4	70	0,1	3000	1,50	100	0,55	0,16
5	70	0,1	3000	1,50	100	0,35	0,16
6	70	0,1	3000	0,05	100	0,35	0,16

### Soustružení ploch

Znázornění se nachází v příloze číslo 2. Data o obrábění v tabulce č. 6.4

Tab. 6.4. Návodka pro soustružení ploch (dokončování), varianta 1

Úsek	Řezná rychlost $v_c$ [m.min <sup>-1</sup> ]	Posuv $f$ [mm.min <sup>-1</sup> ]	Otáčky $n$ [min <sup>-1</sup> ]	Výška třísky $a_p$ [mm]	Délka $L$ [mm]	Čas strojní $t_{AS}$ [min]	Čas výměnný $t_v$ [min]
7	1000	0,6	1600	0,8	628	1,23	0,16

Tab. 6.5. Návodka pro soustružení ploch (dokončování), varianta 2

Úsek	Řezná rychlost $v_c$ [m.min <sup>-1</sup> ]	Posuv $f$ [mm.min <sup>-1</sup> ]	Otáčky $n$ [min <sup>-1</sup> ]	Výška třísky $a_p$ [mm]	Délka $L$ [mm]	Čas strojní $t_{AS}$ [min]	Čas výměnný $t_v$ [min]
7	1200	0,7	1910	1,2	628	0,82	0,14

## 7 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Náklady jsou provedeny podle následujících kritérií, které jsou uvedeny v tab. 7.1.

Tab. 7.1 Seznam jednotlivých nákladů

$N_{PC}$	Náklady na polotovar celkem
$N_{SC}$	Náklady na provoz stroje celkem
$N_{OC}$	Náklady na obsluhu stroje celkem
$N_{NC}$	Náklady na nástroje celkem
$N_C$	Náklady celkem

### 7.1 Náklady na polotovar

#### 1. Vstupní údaje:

Přibližná cena odlitku z šedé litiny je cca 60 Kč.kg<sup>-1</sup>[4]. Výsledná cena polotovaru při jeho váze 4,2 kg tedy bude  $N_P = 252$  Kč.

#### 2. Výpočet

Celkové náklady na polotovar tedy budou:

$$N_{PC} = N \cdot N_P \quad (7.1)$$

Kde:  $N$  = sériovost [ks.rok<sup>-1</sup>]

$N_P$  = náklady na polotovar [Kč]

Výpočet:

$$N_{PC} = 50000 \cdot 252 = 12600000 \quad (7.2)$$

### 7.2 Náklady na provoz stroje

#### 1. Vstupní údaje

Údaje pro výpočet nákladů na provoz stroje jsou uvedeny v tab. 7.2.

Tab. 7.2 Náklady na provoz strojů  $N_{PF}$ ,  $N_{PB}$ 

Pracoviště	Příkon stroje [kW]	Cena za jednu kWh [Kč]	Náklady [Kč.hod <sup>-1</sup> ]
Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80	28	5	154
Obráběcí centrum Fermat VMF 1000 CNC	35	5	193

$N_{PF}$  – Náklady na provoz frézky [ $Kč.hod^{-1}$ ]

$N_{PB}$  – Náklady na provoz brusky [ $Kč.hod^{-1}$ ]

## 2. Výpočet

Výpočet počtu strojů [20]:

$$P_{thi} = \frac{t_{AS} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} \quad (7.3)$$

Kde:  $N$  = sériovost [ $ks.rok^{-1}$ ]

$E_s$  = časový fond stroje [ $hod. rok^{-1}$ ]

$S_s$  = směnnost

$k_{pns}$  = koeficient překračování norem

Výpočet počtu strojů pro operace 1 – 6: 1. varianta

$$P_{thi} = \frac{7,43 \cdot 50000}{60 \cdot 1800 \cdot 2 \cdot 1,2} = 1,43 \Rightarrow 2 \quad (7.4)$$

Výpočet počtu strojů pro operace 1 – 6: 2. varianta

$$P_{thi} = \frac{6,23 \cdot 50000}{60 \cdot 1800 \cdot 2 \cdot 1,2} = 1,2 \Rightarrow 2 \quad (7.5)$$

Z výpočtů je zřejmé, že pro soustružnické operace při dvousměnném provozu vystačí stroje 2 (tab. 7.3). V případě poruchy jednoho ze strojů by bylo nutné upravit provoz na třisměnný nebo dovoluje-li to finanční situace mít stroje 1 a pracovat v jednosměnném provozu.

Tab. 7.3 Počet strojů

Pracoviště	Jednotkový strojní čas $t_{AS}$ [min]	Teoretický počet strojů $P_{thi}$ [ks]	Skutečný počet strojů $P_{ski}$ [ks]
Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80	7,43	1,43	2
Obráběcí centrum Fermat VMF 1000 CNC	6,23	1,2	2

Celkové náklady na provoz strojů tedy budou:

$$N_{SC} = E_s \cdot S_s \cdot P_{sk1} \cdot N_{PS} \quad (7.6)$$

Kde:  $P_{sk1}$  = skutečný počet soustruhů [ks]

$N_{PS}$  = náklady na provoz stroje - soustruh [ $Kč.hod^{-1}$ ]

$E_s$  = časový fond stroje [ $hod.rok^{-1}$ ]

$S_s$  = směnnost

Výpočet (varianta 1):

$$N_{sc} = 1800.2 \cdot 2 \cdot 154 = 1108800 \quad (7.7)$$

Výpočet (varianta 2):

$$N_{sc} = 1800.2 \cdot 2 \cdot 193 = 1389600 \quad (7.8)$$

### 7.3 Náklady na obsluhu stroje

#### 1. Vstupní údaje

Údaje pro výpočet nákladů na obsluhu jsou uvedeny v tab. 7.4 a tab. 7.5.

Tab. 7.4 Počet pracovních dělníků pro jednotlivé pracoviště

Pracoviště	První směna	Druhá směna	Celkem
Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80	2	2	4
Obráběcí centrum Fermat VMF 1000 CNC	2	2	4
Pomocný dělník	1	1	2

Tab. 7.5 Náklady na obsluhu stroje  $N_O$  při dvousměnném provozu

Pracoviště	Mzdový tarif [Kč.hod <sup>-1</sup> ]	Počet pracovníků [ks]	Náklady celkem [Kč.hod <sup>-1</sup> ]
Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80	130	4	520
Obráběcí centrum Fermat VMF 1000 CNC	130	4	520
Pomocný dělník	75	2	150

#### 2. Výpočty

Celkové náklady na obsluhu stroje tedy budou:

$$N_{oc} = E_s \cdot N_O \quad (7.9)$$

Kde:  $E_s$  = časový fond stroje [hod.rok<sup>-1</sup>]

$N_O$  = náklady na obsluhu stroje [Kč.hod<sup>-1</sup>]

Výpočet pro obě varianty:

$$N_{oc} = 1800.770 = 1386000 \quad (7.10)$$

#### 7.4 Náklady na nástroje

Náklady jsou řešeny pouze pro operaci soustružení ploch. Celková cena se bude skládat z ceny za VBD.

##### 1. Vstupní údaje 1 varianta:

Kde: Cena (hrubovací) = 206,- Kč [20]

Cena VBD (dokončovací) = 206,- Kč [21]

##### 2. Vstupní údaje 2 varianta:

Kde: Cena (hrubovací) = 319,- Kč [20]

Cena VBD (dokončovací) = 322,- Kč [21]

Celkový počet VBD bude vypočten z počtu kusů za rok a strojního času pro danou operaci. Průměrná trvanlivost VBD se pohybuje okolo 15-20 min.

##### 3. Výpočty

Výpočet celkového počtu VBD:

$$z = \frac{N \cdot t_{AS}}{20,4} \quad (7.11)$$

Kde:  $N$  = sériovost [ $\text{ks.rok}^{-1}$ ]

$t_{AS}$  = čas strojní [min]

Celkový počet použitých VBD je uveden v tab. 7.7

Tab. 7.7 Celkové náklady na nástroje  $N_{NC}$ , varianta 1

Nástroj	Cena za kus [Kč]	Celkový počet kusů [ks]	Rezerva [ks]	Nástrojů celkem [ks]	Cena celkem [ $\text{Kč.rok}^{-1}$ ]
VBD CNMG 120408E-F	206	4644	231	4875	1004250
VBD CNMA 120408E-UM	206	4644	231	4875	1004250
<b><math>\Sigma</math></b>					<b>2008500</b>

Tab. 7.8 Celkové náklady na nástroje  $N_{NC}$ , varianta 2

Nástroj	Cena za kus [Kč]	Celkový počet kusů [ks]	Rezerva [ks]	Nástrojů celkem [ks]	Cena celkem [ $\text{Kč.rok}^{-1}$ ]
VBD SNMG 120408-KM	319	3894	156	4050	1291950
VBD SNGA 12 04 08 T01020	322	3894	156	4050	1304100
<b><math>\Sigma</math></b>					<b>2596050</b>



### 7.5 Celkové náklady

Celkové náklady jsou vypočítané ze součtu jednotlivých nákladů. A tedy  $N_C = N_{PC} + N_{SC} + N_{OC} + N_{NC}$  [Kč].

Výpočet 1 varianta:

$$N_C = 12600000 + 1108800 + 1386000 + 2008500 = 17103300 \text{ Kč} \quad (7.12)$$

Výpočet 2 varianta:

$$N_C = 12600000 + 1389600 + 1386000 + 2596050 = 17971650 \text{ Kč} \quad (7.13)$$

## 8 DISKUZE

V kapitole 4 je technologický rozbor, kde jsou 2 varianty pro obrábění, které jsou rozhodující operace zpracování odlitku, které zabezpečují přesnost a dokonalost finálního výrobku. V této kapitole jsou zahrnuty nástroje potřebné pro kvalitní obrábění. Nástroje, které jsem zvolil, považuji za optimální pro zvolený výrobní postup.

. V další kapitole 5 jsou výpočty časů, které jsou považovány za orientační, nikoliv za fixní. Pracovní časy výrazně ovlivní prostředí v kterém se výrobní proces provádí.

Na konci v kapitole 7 jsem provedl ekonomické zhodnocení. Toto hodnocení je platné v tomto konkrétním období, neboť na ekonomiku výroby mají značný vliv ceny surovin a práce, které se v současné době rychle mění.

Dnes je na trhu mnoho druhů brzdových bubnů od různých firem, které se zabývají touto výrobou. V současné době jde především provádět výrobu co nejméně nákladnou. Protože výroba dle varianty 1 je ekonomicky výhodnější a tím pro výrobce vhodnější, lze tedy předpokládat, že tato varianta bude přednostně využívána.

## ZÁVĚR

Tento technologický návrh je pokus, jak vyrobit brzdový buben, bohužel jsem neměl možnost tuto součást vyrobit a proto bych byl rád, kdyby si tuhle zkušenost mohl někde vyzkoušet. Jistě by bylo ještě dalších mnoho možností jak vypracovat spoustu technologických návrhů na toto téma.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. *Wikipedia: Brzda* [online]. 29.04.2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné na WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Brzdy>>
2. *Andrlík Vladimír, Pospíchal Jaroslav, Stach Eduard: Zaklady konstrukční prvky, sešit 5, vydalo vydavatelství ČVUT Praha 6 jako svou 8261. publikaci, 40 s. ISBN 80-01-01-01246-8*
3. *Wikipedia: Bubnová brzda* [online]. 5.09.2009 [cit. 2011-05-07]. Dostupné na WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Bubnov%C3%A1\\_brzda](http://cs.wikipedia.org/wiki/Bubnov%C3%A1_brzda)>
4. *BURIAN, V. Návrh výroby součástí automobilové brzdy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 47 s., 13 příloh.
5. *1BUBNOVÁ BRZDA* [online]. [cit. 2011-05-05]. Dostupné na WWW: <[http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-teo-10.01\\_brzdyabrzdazariadeniautomobilu\\_bubnovabrzda.pdf](http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-teo-10.01_brzdyabrzdazariadeniautomobilu_bubnovabrzda.pdf)>
6. *Offroad revue: Brzdový buben* [online]. [cit. 2011-05-0007]. Dostupné z WWW: <[http://www.offroadrevue.cz/ORR\\_01\\_08\\_clanek04.htm](http://www.offroadrevue.cz/ORR_01_08_clanek04.htm)>
7. *Autorubik* [online]. 2011 [cit. 2011-05-07]. Dostupné na WW: <http://www.autorubik.sk/technika/brzdy-a-brzdovy-system-automobilu//>>
8. *SVOBODA, Pavel a BRANDEJS, Jan a PROKEŠ, František: Základy konstruování*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o. 2007, 203 s. ISBN 978-7204-535-8
9. *Drum brake pad replament* [online]. 2009 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.allpar.com/fix/brake-drums.html/>>
10. *Eminy mrlina náhradní díly* [online]. 2011 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.automobily-nahradnidily.cz/?st=detail&id=217&titulek=AKCE+-PRODEJN%CD&titulek2=Buben+brzdov%FD+Fabia/>>
11. *Autodily škoda* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2007 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z WWW: <[http://www.vltava2000.cz/interskoda/goods-6U0698525A/FE-22-brzdove-celisti-felicia-fabia-ferodo-sada-6u0698525afe-6u0698525afe.html\]>](http://www.vltava2000.cz/interskoda/goods-6U0698525A/FE-22-brzdove-celisti-felicia-fabia-ferodo-sada-6u0698525afe-6u0698525afe.html]>)
12. *Autodily škoda* [online]. 2007, 2009 [cit. 2011-05-08]. Pramet. Dostupné z WWW: <<http://interskoda.vltava2000.cz/store/default.asp?lngDepartmentID=26&lngPage=4&lngOrderingItemID=9>>
13. *Prondo autodily* [online]. 2012, 2012 [cit. 2011-05-08]. Pramet. Dostupné z WWW: [>](http://eshop.prondo.cz/drZAk-Celisti-fa-p~z115330111.html).
14. *Mostárna lískovec* : [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Nakol. Dostupné z WWW: <[>](http://www.mostarna.com/en/machinery-equipment.html).
15. *Nastroje: Pramet soustružnický nůž* [online]. 2010 [cit. 2011-05-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.e-nastroje.cz/ZBOZI/1049130--PRAMET-velmi-pozitivni-S45SE09F,--63A06R-S45SE09F-C/>>
16. *Nastroje: Pramet vyměnitelná břitová destička* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.e-nastroje.cz/ZBOZI/1050011--PRAMET-Vymenitelna-britova-desticka-CNMG,-8230,--CNMG-09T3AFSN/>>
17. *Nastroje: Pramet vyměnitelná břitová destička* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.e-nastroje.cz/ZBOZI/1050011-->

PRAMET-Vymenitelna-britova-desticka-CNMA,-8230,--CNMA-09T3AFSN/>

18. *Pramet: Vrtání* [online]. 2012, 2012 [cit. 2012-05-08]. Pramet. Dostupné z WWW:  
<<http://www.pramet.com/download/katalog/pdf/Drills%202011%20CZ-EN%20screen.pdf>>.
19. *Nářadí nakol : Výstružník* [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Nakol. Dostupné z WWW: <<http://www.nakol.cz/nastroje-pro-obrabeni-kovu/vystruzniky-a-vyhrubniky/vystruznik-strojni-s-kuzelovou-stopkou-hss-221431-00000864.html>>.
20. *Nářadí nakol : Záhlubník* [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Nakol. Dostupné z WWW: < <http://www.nakol.cz/nastroje-pro-obrabeni-kovu/zahlubniky/zahlubnik-kuzelovy-90-s-valcovou-stopkou-hss-221625-00002479.html>>.
21. *Nářadí nakol : Výhrubník* [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Nakol. Dostupné z WWW: <<http://www.nakol.cz/nastroje-pro-obrabeni-kovu/vystruzniky-a-vyhrubniky/vyhrubnik-sroubovity-tribrity-s-valcovou-stopkou-221480-hss-00002471.html>>.
22. *Nářadí nakol : Výstružník* [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Nakol. Dostupné z WWW: < <http://www.nakol.cz/nastroje-pro-obrabeni-kovu/vystruzniky-a-vyhrubniky/vyhrubnik-sroubovity-tribrity-s-valcovou-stopkou-221480-hss-00002471.html>>.
23. *Obráběcí centrum Fermat* [online]. 2012 [cit. 2012-05-05]. Dostupný z WWW: < <http://www.fermatmachinery.com/cs/9-obrabeci-centra/85-vmf1000-cnc-vmf1300-cnc.html> >
24. *Nastroje: Sandvik Coromant soustružnický nůž* [online]. 2012 [cit. 2012-05-05]. Dostupný z WWW: < <http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/downloads/pages/default.aspx> >
25. *Nastroje: Sandvik Coromant vyměnitelná břitová destička* [online]. 2012 [cit. 2012-05-05]. Dostupný z WWW: < <http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/downloads/pages/default.aspx> >
26. *Nastroje: Sandvik Coromant vyměnitelná břitová destička* [online]. 2012 [cit. 2012-05-05]. Dostupný z WWW: < <http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/downloads/pages/default.aspx> >

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

[illegible]

Zkratka	Jednotka	Popis
$I_p$	-	Počet průjezdů při broušení
$i_t$	-	Počet třísek při broušení
$K_{pns}$	-	Koeficient překračování norem
$S_s$	-	Směnnost

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1	Technologický postup
Příloha 2	Výrobní návodka op. 1/1
Příloha 3	Výrobní návodka op. 3/3
Příloha 4	Výrobní návodka op. 5/5
Příloha 5	Výrobní návodka op. 7/7
Příloha 6	Technické parametry: Obráběcí centrum VMF-1000 CNC
Příloha 7	Technické parametry: Soustružnické centrum TCH 500 PRIME
Příloha 8	Rozdělení obráběných materiálů
Příloha 9	Vztahy pro výpočty parametrů
Příloha 10	Doporučené řezné podmínky pro monolitní SK vrtáky
Příloha 11	Výkres součásti brzdový buben

## PŘÍLOHA 1 (1/2)

Technologický postup

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			Číslo součástky:	Materiál:	Vyhotovil:
Datum: 11. 05. 2012			BC-01/01-2011	422430.80	Hušek Jan
Č. o.:	Název stroje:	Číslo prac.	Popis práce:		Výrobní pomůcky:
0/0	OTK		Kontrola odlitku; Kontrolovat díry $6\pm 0,1$ mm; Kontrolovat díry $16\pm 0,1$ mm; Kontrolovat $\varnothing 200\pm 0,1$ mm; Kontrolovat každý kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
1/1	Soustružnické (Obráběcí) centrum	05275	Upnout; Soustružit plochu na tloušťku $200\pm 0,1$ mm;		VBD CNMG 120408E-F (VBD SNMG 120408-KM)
2/2	OTK		Vizuální kontrola 100%; Kontrolovat tloušťku stěny $200\pm 0,1$ mm; Kontrolovat každý 10. kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
3/3	Soustružnické (Obráběcí) centrum	05275	Upnout ; Vrtat díru $\varnothing 6\pm 0,1$ mm; Vystružit díry $\varnothing 6\pm 0,01$ mm; Zahloubit $\varnothing 10\pm 0,5$		Vrták 303DS-6,3-24-A08 Výstružník ČSN 221430 Záhlubník 221625 HSS
4/4	OTK		Vizuální kontrola 100%; Kontrolovat $\varnothing 6$ mm; Kontrolovat každý 5. kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
5/5	Soustružnické (Obráběcí) centrum	26344	Upnout; Vyhrubovat díry $\varnothing 16\pm 0,1$ Vystružit díry $\varnothing 16\pm 0,01$ mm;		Výhrubník ČSN 221480 Výstružník ČSN 221430
6/6	OTK		Vizuální kontrola 100%; Kontrolovat $\varnothing 16$ mm; Kontrolovat každý 5. kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
7/7	Soustružnické (Obráběcí) centrum	05635	Upnout; Soustružit plochu na tloušťku $\varnothing 200\pm 0,02$ mm;		VBD CNMA 120408E-UM (VBD SNGA 12 04 08 T01020)
8/8	Pračka	26344	Odstranění mastnoty a nečistot;		

## PŘÍLOHA 1 (2/2)

Technologický postup

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			Číslo součástky:	Materiál:	Vyhotovil:
Datum: 11. 05. 2012			BC-01/01-2011	422430.80	Hušek Jan
Č. o.:	Název stroje:	Číslo prac.	Popis práce:		Výrobní pomůcky:
09/09	OTK		Vizuální kontrola 100%; Kontrolovat sílu disku $200 \pm 0,01$ mm; Kontrolovat kruhovitost ploch; Kontrolovat každý kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
10/10	Expedice		Konzervace, balení;		

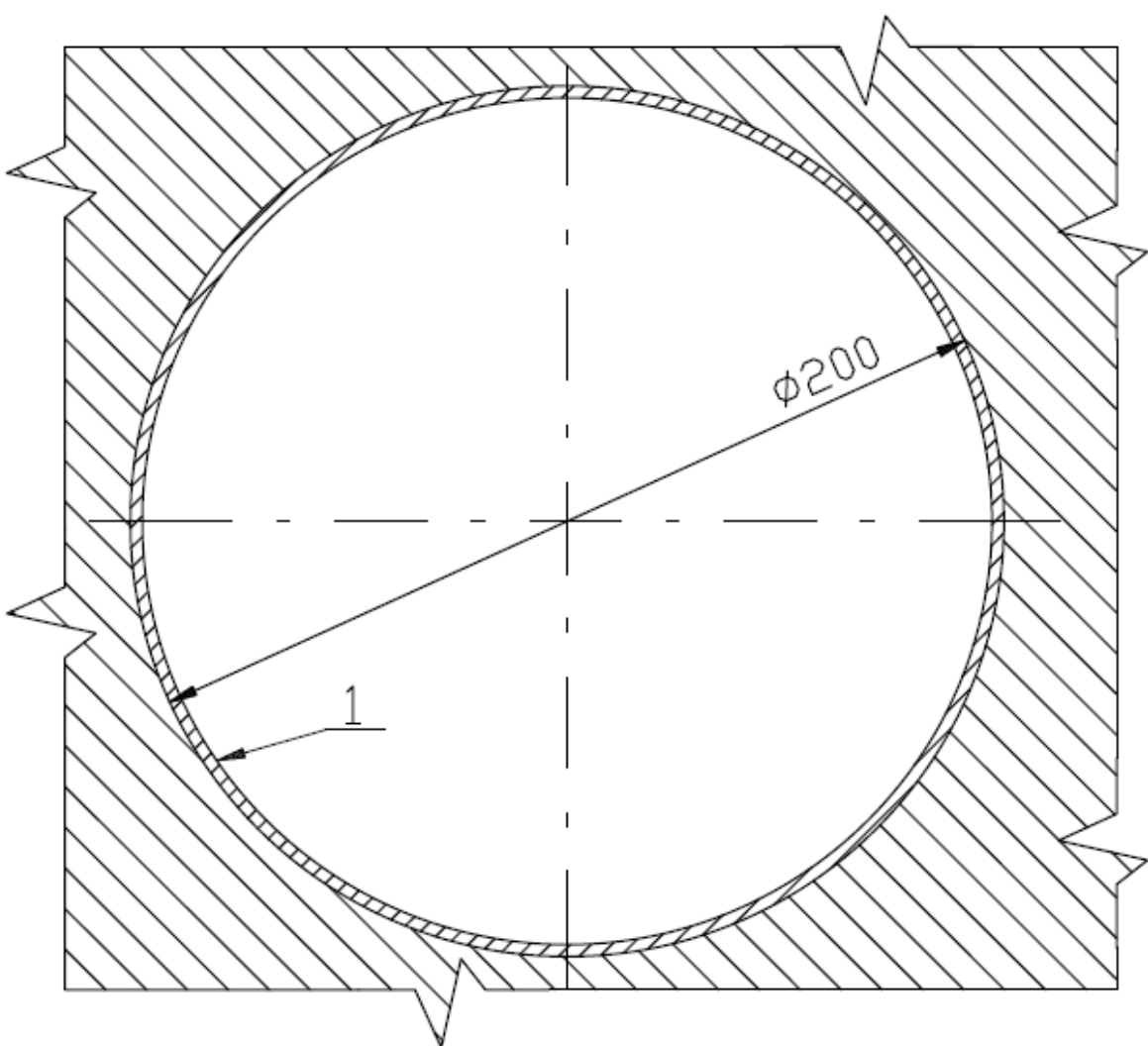


## PŘÍLOHA 2

Výrobní návodka op. 1/1

VUT FSI	Výrobní návodka	Součást:	Stroj:	Číslo operace:
		Brzdový buben	Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80 (Obráběcí centrum Fermat VMF 1000 CNC)	

# B ( 1 : 2 )



Datum: 11.5.2012	Vytvořil: Jan Hušek	Schválil:
------------------	---------------------	-----------

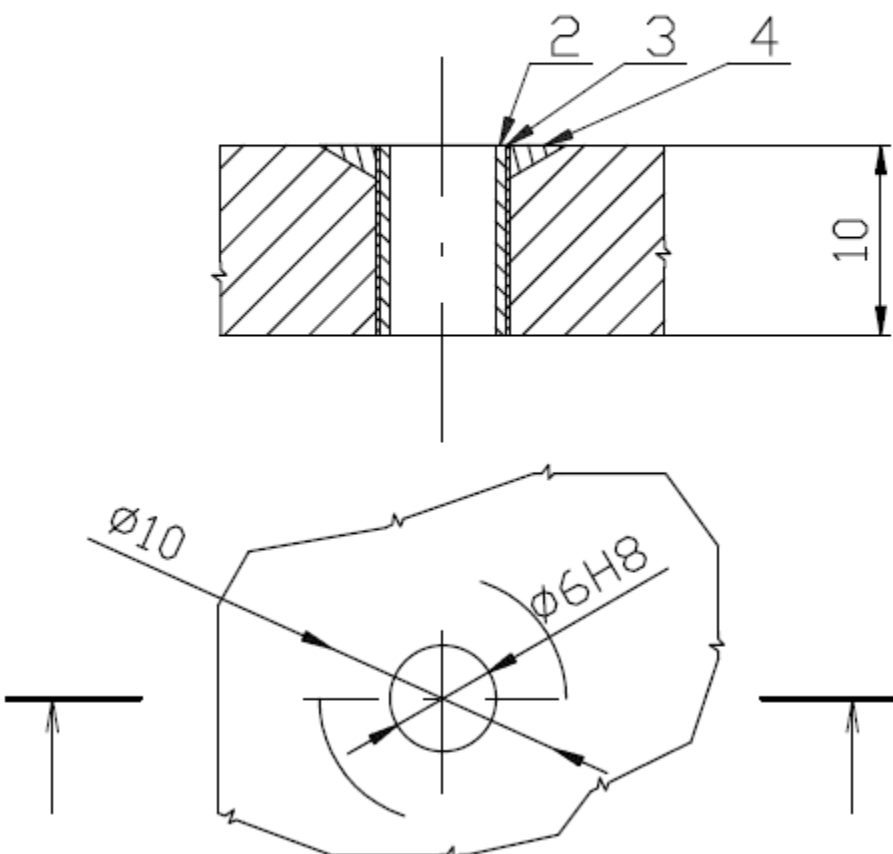
7 – Soustružení plochy hrubování;  $a_p = 1,2 \text{ mm}$ ;  $v_c = 1000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  ( $v_c = 1200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ )

## PŘÍLOHA 3

Výrobní návodka op. 3/3

VUT FSI	Výrobní návodka	Součást:	Stroj:	Číslo operace:
		Brzdový buben	Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80 (Obráběcí centrum Fermat VMF 1000 CNC)	
03/03				

D ( 2 : 1 )



Datum: 11.5.2012	Vytvořil: Jan Hušek	Schválil:
------------------	---------------------	-----------

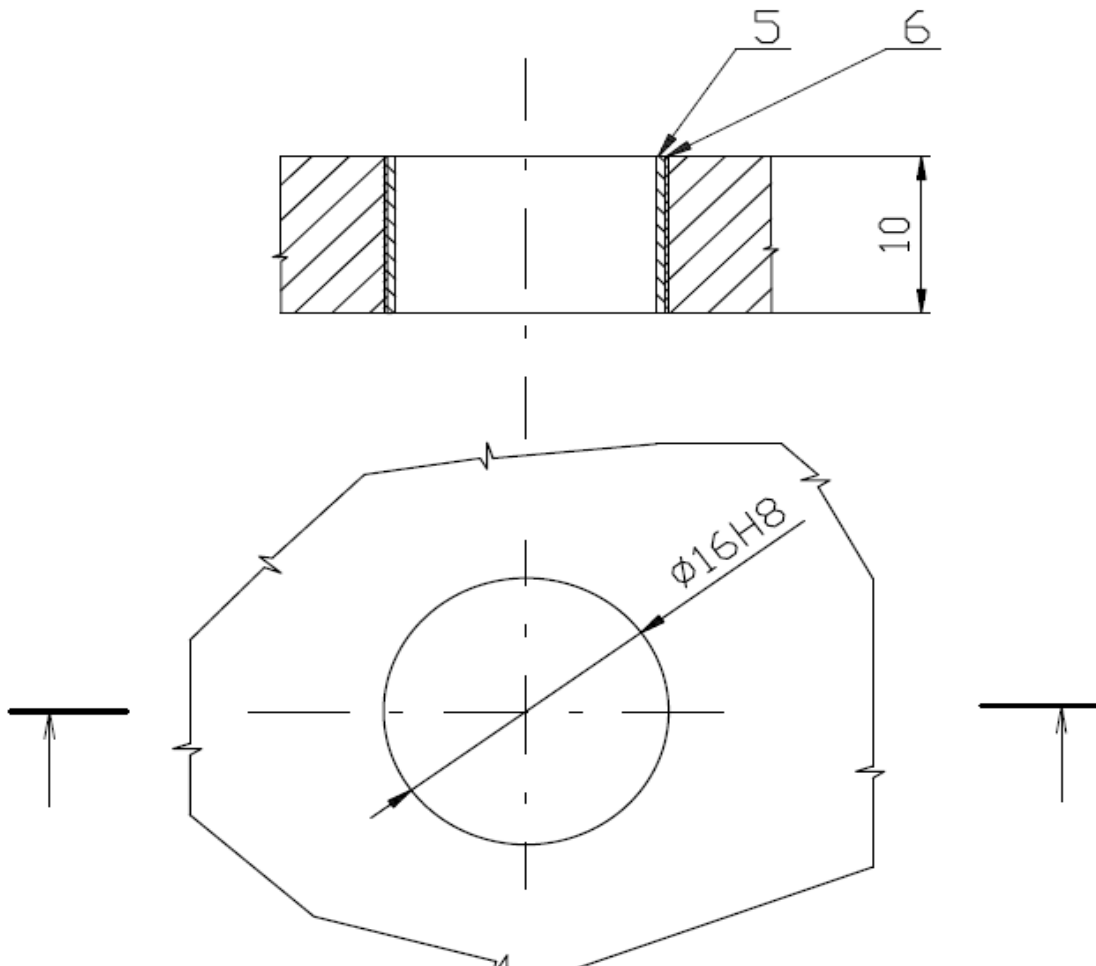
2 – Vrtání díry; 3 – Vystružování díry; 4 – zahlubování díry;  $v_c = 70 \text{ m.min}^{-1}$

## PŘÍLOHA 4

Výrobní návodka op. 5/5

VUT FSI	Výrobní návodka	Součást:	Stroj:	Číslo operace:
		Brzdový buben	Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80 (Obráběcí centrum Fermat VMF 1000 CNC)	

# E ( 2 : 1 )



Datum: 11.5.2012	Vytvořil: Jan Hušek	Schválil:
------------------	---------------------	-----------

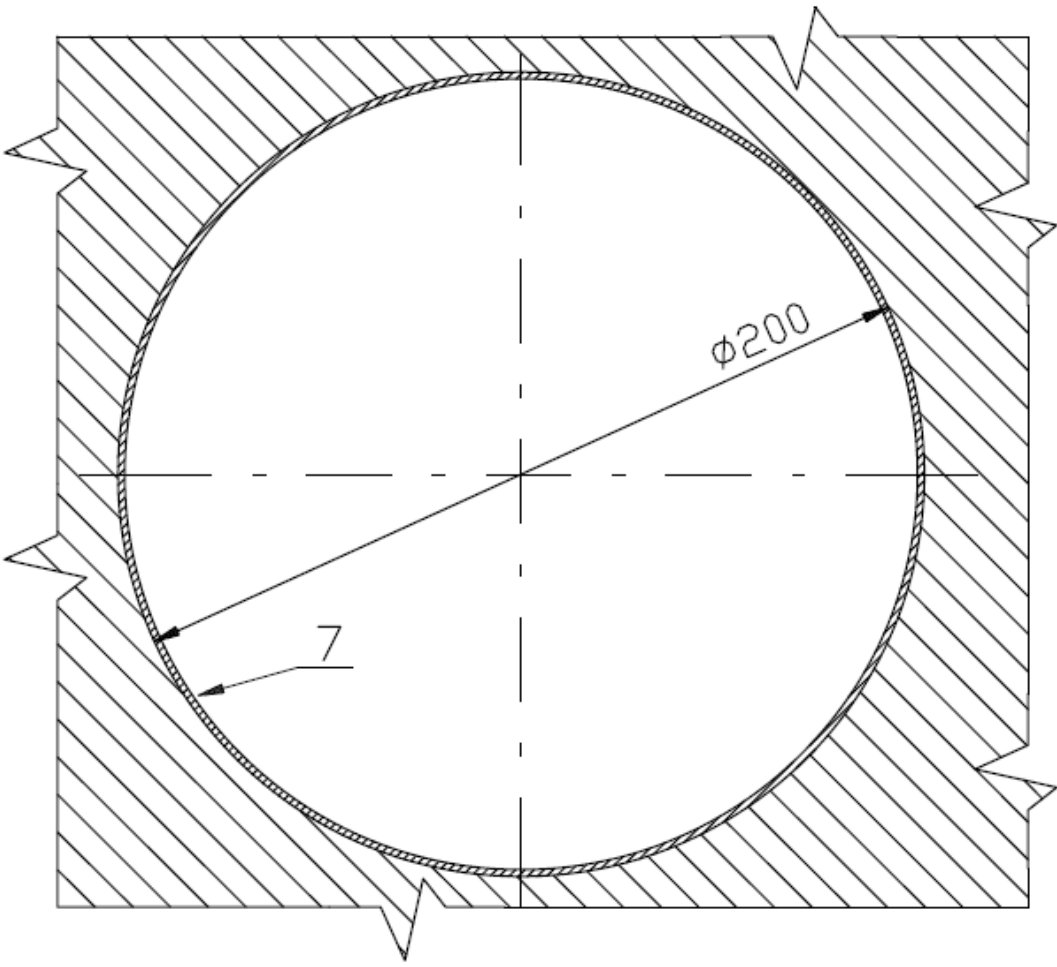
5 – Vyhrubování děr; 6 – vystružování děr;  $v_c = 70 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$

## PŘÍLOHA 5

Výrobní návodka op. 7/7

VUT FSI	Výrobní návodka	Součást:	Stroj:	Číslo operace:	
		Brzdový buben	Soustružnické centrum TCH 500 PRIME 65/80 (Obráběcí centrum Fermat VMF 1000 CNC)		
					07/07

C ( 1 : 2 )



Datum: 11.5.2012	Vytvořil: Jan Hušek	Schválil:
------------------	---------------------	-----------

7 – Soustružení plochy dokončování;  $a_p = 1,2 \text{ mm}$ ;  $v_c = 1000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  ( $v_c = 1200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ )

## PŘÍLOHA 6

Technické parametry: Obráběcí centrum VMF-1000 CNC [23]

**Tabulka parametrů obráběcího centra VMF-1000 CNC**

Parametry	Jednotky	VMF-1000 CNC	VMF-1000 CNC
<b>Stůl</b>			
Rozměry stolu	[mm]	1200x500(standard)	1300x600(opce)
Vzdálenost stůl-podlaha	[mm]	880	880
Nosnost stolu	[kg]	800	800
T-drážky(šxrožtečxpočet)	[mm]	16x86x5	16x86x5
<b>Pojezdy</b>			
Osa X	[mm]	1000	1000
Osa Y	[mm]	500	600
Osa Z	[mm]	570	570
<b>Vřeteno</b>			
Kužel vřetena	[ISO]	40	40
Vnitřní průměr ložiska vřetena	[mm]	70	70
Otáčky vřetena	[ot./min]	10000	10000
Vzdálenost stůl-vřeteno	[mm]	115-685	115-685
<b>Pohony os</b>			
X/Y/Z kuličkový šroub	[mm]	D40xP12xC3	D40xP12xC3
Pohon	-	Přímý	Přímý
XYZ rychloposuv	[m/min]	24	24
<b>Vedení</b>			
X-šířka x tloušťka x vzdálenost	[mm]	80x35x460	80x35x500
Y-šířka x tloušťka x vzdálenost	[mm]	135x35x700	135x35x600
Z-šířka x tloušťka x vzdálenost	[mm]	80x35x300	80x35x300
<b>Motory</b>			
Vřeteno	[kW]	Siemens 12/16(opce 15/20), Fagor 11/15,5(opce 15/18,5), Fanuc 11/15(opce 15/18,5), Heidenhain 10/15( opce 15/22)	Siemens 12/16(opce 15/20), Fagor 11/15,5(opce 15/18,5), Fanuc 11/15(opce 15/18,5), Heidenhain 10/15( opce 15/22)
Osa X	[Nm]	16(Siemens) 14,8(Fagor) 12(Fanuc) 21,6(Heidenhain)	16(Siemens) 14,8(Fagor) 12(Fanuc) 21,6(Heidenhain)
Osa Y	[Nm]	27(Siemens) 14,8(Fagor) 22(Fanuc) 21,6(Heidenhain)	27(Siemens) 14,8(Fagor) 22(Fanuc) 21,6(Heidenhain)
Osa Z	[Nm]	27(Siemens) 27,3(Fagor) 22(Fanuc) 21,6(Heidenhain)	27(Siemens) 27,3(Fagor) 22(Fanuc) 21,6(Heidenhain)
Motor čerpadla chlazení	[W]	187,5	187,5
<b>Výměna nástrojů</b>			
Kapacita zásobníku nástrojů	-	24+1(standart), 32+1(opce)	24+1(standart), 32+1(opce)
Upínací trn	-	ISO 40	ISO 40
Čas výměny(nástroj-nástroj)	[sec]	4	4
Rozteč pouzder zásobníku	[mm]	76,2	76,2
Max. hmotnost nástroje	[kg]	8	8
Max. délka nástroje	[mm]	300	300
<b>Přesnost</b>			
Přesnost polohování	[mm]	0,005/300	0,005/300
Opakovaná přesnost	[mm]	0,005	0,005
<b>Různé</b>			
Rozměry - LxWxH	[m]	3,3x2,9x2,8	3,3x2,9x2,8
Hmotnost	[kg]	5000/5500	5000/5500
Potřeba stlačeného vzduchu	[Bar]	6	6
Celkový příkon stroje	[KVA]	35	35

## PŘÍLOHA 7

Technické parametry: Soustružnické centrum TCH 500 PRIME [14]

Pracovní rozsah			
Max. oběžný průměr – v celém rozsahu	mm	635	635
– v délce soustružení 225 mm	mm	710	650
Max. průměr soustružení	mm	615	615
Max. průměr tyčového materiálu	mm	65/80	65/80
Max. délka hřídele	mm	1125	1125
Hlavní vřeteno			
Rozsah otáček	min <sup>-1</sup>	40 - 3 600/40 - 3 200	40 - 3 600/40 - 3 200
Max. krouticí moment vřetena S1/S6-40% ED	Nm	1 130/1 695	1 130/1 695
Přední konec vřetena (DIN 55026)		A2 - 8	A2 - 8
Vrtání vřetena	mm	76/90	76/90
Výška osy vřetena	mm	1 125	1 125
Velikost skřelidla	mm	250/315	250/315
Hlavní pohon			
Výkon motoru S1/S6-40% ED	kW	28/42	26/42
Počet otáčkových řad		2	2
Typ převodu		planetová převodovka	
Osa X			
Maximální zdvih	mm	380	380
Rychloposuv	m/min	25	25
Zrychlení	m/s <sup>2</sup>	3	3
Přesnost opak. najeť VDI/DGQ 3441	mm	0,006/0,003	0,006/0,003
Osa Z			
Maximální zdvih	mm	1 223	1 223
Rychloposuv	m/min	25	25
Zrychlení	m/s <sup>2</sup>	3	3
Přesnost opak. najeť VDI/DGQ 3441	mm	0,008	0,008
Osa Z 1			
Maximální pracovní zdvih	mm	-	420
Rychloposuv	m/min	-	25
Zrychlení	m/s <sup>2</sup>	-	3
Přesnost opak. najeť VDI/DGQ 3441	mm	-	0,008
Nástrojová hlava			
Počet poloh		12	12
Průměr upínacího otvoru	mm	50	50
Čas indexování	s	0,31	0,31
Max. otáčky poháněných nástrojů	min <sup>-1</sup>	4 000	4 000
Max. krouticí moment poháněných nástrojů	Nm	50	50
Výkon pohonu poháněných nástrojů	kW	6	6
Koník			
Kužel pinoly		MoS	MoS
Průměr pinoly	mm	120	120
Zdvih pinoly	mm	150	150
Max. přitlačná síla	kN	15	15
Osa C			
Výkon pohonu	kW	2	2
Max. krouticí moment	Nm	800	800
Přesnost programování		0,001°	0,001°
Přívody energie			
Jmenovité napětí sítě		3 x 400 V / 50 Hz	
Provozní příkon	kVA	45	45
Rozměry stroje			
Délka x šířka x výška	mm	3 410 x 2 180 x 2 370	
Hmotnost stroje	kg	9 500	11 000
Řídicí systém			
SINUMERIK 840 D			

## PŘÍLOHA 8

### Rozdělení obráběných materiálů [16] [17] [25] [26].

Při volbě nástroje a startovních řezných podmínek je jednou z nejdůležitějších věcí správná identifikace obráběného materiálu. Pro zjednodušení rozdělujeme obráběné materiály v souladu s normou ISO 513 do šesti základních skupin v nichž jsou sdružovány materiály, které vyvolávají kvalitativně stejný typ zatížení (namáhání) břitu a tudíž vyvolávají i podobný typ opotřebení.

Proto prvním krokem je zařazení materiálu obrobku do jedné ze skupin - viz následující tabulka č.1.

Tabulka č.1

<b>P</b>	uhlíkové (nelegované) oceli třídy 10, 11, 12 legované oceli tříd 13, 14, 15, 16 nástrojové oceli uhlíkové (191..., 192..., 193...) nástrojové legované oceli (193... až 198...) uhlíková ocelolitina skupiny 26 (4226...) nízko a středně legované ocelolitinové skupiny 27 (4227...) feritické a martenzitické korozivzdorné oceli (třídy 17..., lité 4229...)	uhlíkové (nelegované) ocele třídy 10, 11, 12 legované ocele třídy 13, 14, 15, 16 nástrojové ocele uhlíkové (191..., 192..., 193...) nástrojové legované ocele (193... až 198...) uhlíková ocelolitina skupiny 26 (4226...) nízko a středně legované ocelolitinové skupiny 27 (4227...) feritické a martenzitické korozivzdorné ocele (třídy 17..., lité 4229...)
<b>M</b>	austenitické a feriticko austenitické oceli korozivzdorné, žáruvzdorné a žárupevné oceli nemagnetické a oteruvzdorné	austenitické a feriticko austenitické ocele korozivzdorné, žiaruvzdorné a žiarupevné oceli nemagnetické a oteruvzdorné
<b>K</b>	šedá litina nelegovaná i legovaná (4224...) tvárná litina (4223...) temperovaná litina (4225...)	sivá liatina nelegovaná aj legovaná (4224...) tvárná liatina (4223...) temperovaná liatina (4225...)
<b>N</b>	neželezné kovy, slitiny Al a Cu	neželezné kovy, zliatiny Al a Cu
<b>S</b>	speciální žárupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe a Ti	špeciálne žiarupevné zliatiny na bázy Ni, Co, Fe a Ti
<b>H</b>	zušlechťené oceli s pevností nad 1500 MPa kalené oceli HRC 48 ÷ 60 tvrzené kokilové litiny HSh 55 ÷ 85	zušľachtené ocele s pevnosťou nad 1500 MPa kalené ocele HRC 48 - 60 tvrdené kokilové liatiny HSh 55 - 85

Pri volbe nástroja a štartovacích rezných podmienok je jednou z najdôležitejších vecí správna identifikácia obrábaného materiálu. Pre zjednodušenie rozdeľujeme obrábané materiály v súlade s normou ISO 513 do šiestich základných skupín, v ktorých sú združené materiály vyvolávajúce kvalitatívne rovnaký typ zaťaženia (namáhania) ostria a vyvolávajú aj podobný typ opotrebenia.

Preto prvým krokom je zaradenie materiálu obrobku do jednej zo skupín - viď. nasledujúca tabuľka č. 1.

Tabuľka č.1



## PŘÍLOHA 9

Vztahy pro výpočty parametrů [11].

Veličina	Vzorec pro výpočet Vzorec pre výpočet	Jednotka	Poznámka								
Počet otáček Počet otáčok	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}$	[1.min <sup>-1</sup> ]	<b>n</b> Počet otáček / Počet otáčok [1.min <sup>-1</sup> ] <b>D</b> Průměr (nástroje nebo obrobku) Priemer (nástroja alebo obrobku) [mm] <b>v<sub>c</sub></b> Řezná rychlost / Rezná rýchlosť [m.min <sup>-1</sup> ] <b>f<sub>ot</sub></b> Posuv na otáčku / Posuv na otáčku [mm.ot <sup>-1</sup> ] <b>f<sub>min</sub></b> Minutový posuv (rychlost posuvu) Minútový posuv (rýchlosť posuvu) [mm.min <sup>-1</sup> ] <b>f<sub>z</sub></b> Posuv na zub [mm.zub <sup>-1</sup> ] <b>z</b> Počet zubů / Počet zubov [1]								
Řezná rychlost Rezná rýchlosť	$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$	[m.min <sup>-1</sup> ]									
Posuv na otáčku	$f_{ot} = \frac{f_{min}}{n} = f_z \cdot z$	[mm.ot <sup>-1</sup> ]									
Minutový posuv (rychlost posuvu) Minútový posuv (rýchlosť posuvu)	$f_{min} = v_f = f_{ot} \cdot n = f_z \cdot z \cdot n$	[mm.min <sup>-1</sup> ]									
Posuv na zub	$f_z = \frac{f_{ot}}{z} = \frac{f_{min}}{n \cdot z}$	[mm.zub <sup>-1</sup> ]									
Průřez třísky Prierez triesky	$A = f_z \cdot a_p$	[mm <sup>2</sup> ]									
Tloušťka třísky (pro VBD s rovným břítem) Hrúbka triesky (pre VRD s rovnou reznou hranou)	$h = f \cdot \sin \kappa_r$	[mm]	<b>A</b> Průřez třísky / Prierez triesky [mm <sup>2</sup> ] <b>f<sub>ot</sub></b> Posuv na otáčku [mm.ot <sup>-1</sup> ] <b>a<sub>p</sub></b> Axiální hloubka řezu / Axiálna hĺbka rezu [mm] <b>a<sub>e</sub></b> Radiální hloubka řezu Radiálna hĺbka rezu [mm] <b>κ<sub>r</sub></b> Úhel nastavení hlavního břítu Uhol nastavenia hlavnej reznej hrany [°] <b>h</b> Tloušťka třísky / Hrúbka triesky [mm] <b>v<sub>c</sub></b> Řezná rychlost / Rezná rýchlosť [m.min <sup>-1</sup> ] <b>f<sub>ot</sub></b> Posuv na otáčku / Posuv na otáčku [mm.ot <sup>-1</sup> ] <b>f<sub>min</sub></b> Minutový posuv (rychlost posuvu) Minútový posuv (rýchlosť posuvu) [mm.min <sup>-1</sup> ] <b>f<sub>z</sub></b> Posuv na zub [mm.zub <sup>-1</sup> ] <b>Q</b> Odebraný objem materiálu za 1 minutu Odobraný objem materiálu za 1 minútu [cm <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup> ]								
Tloušťka třísky (pro VBD s kruhovým břítem) Hrúbka triesky (pre VRD s kruhovou reznou hranou)	$h = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_p}{D}}$	[mm]									
Odebraný objem Odobraný objem	$Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f_{min}}{1000}$	[cm <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup> ]									
Potřebný výkon Potrebný výkon	$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f_{min}}{60 \cdot 10^6 \cdot \eta} \cdot k_c \cdot k_\gamma$	[kW]									
Přibližně potřebný výkon Približne potrebný výkon	$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f}{x}$	[kW]									
			<b>P<sub>c</sub></b> Přikon / Prikon [kW] <b>a<sub>p</sub></b> Axiální hloubka řezu / Axiálna hĺbka rezu [mm] <b>a<sub>e</sub></b> Radiální hloubka řezu Radiálna hĺbka rezu [mm] <b>f</b> Posuv [mm.ot <sup>-1</sup> ] <b>k<sub>c</sub></b> měrný řezný odpor / Merný rezný odpor [MPa] <b>k<sub>γ</sub></b> Součinitel zahrnující vliv úhlu γ <sub>0</sub> Súčinitel zahrnujúci vplyv uhlu γ <sub>0</sub> [°] <b>η</b> Účinnost frézky obvykle η = 0,75 [-] <b>x</b> Součinitel zahrnující vliv obr. materiálu Súčinitel zahrnujúci vplyv obr. materiálu [-]								
			<table border="1"> <tr> <td>Materiál</td><td>Ocel</td><td>Litina</td><td>Al</td></tr> <tr> <td>Součinitel x Súčinitel x</td><td>24 000</td><td>30 000</td><td>120 000</td></tr> </table>	Materiál	Ocel	Litina	Al	Součinitel x Súčinitel x	24 000	30 000	120 000
Materiál	Ocel	Litina	Al								
Součinitel x Súčinitel x	24 000	30 000	120 000								



## PŘÍLOHA 10

Doporučené řezné podmínky pro monolitní SK vrtáky [18].

[illegible]

### Výkres součásti brzdový buben

